

О.В. Тюкалова и др. // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология – 2018. – Т.8. – № 3. – С. 126-133.

15. Зельберг, Б.И. Технология обезвреживания и рекультивации шлам-лигнина ОАО «Байкальский целлюлозно-бумажный комбинат» / Б.И. Зельберг, Г.Т. Хорошилов, Л.В. Шеметов и др. // Вестник МАНЭБ – 2018. – Т.23. – № 2. – С. 82-85.

16. Бутырин, М.В. Технологическая схема биодетоксикации и утилизации шлам-лигнина Байкальский ЦБК / М.В. Бутырин, Ш.К. Хуснидинов, Р.В. Замащиков // Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Проблемы и перспективы устойчивого развития агропромышленного комплекса» посвященная памяти Александра Александровича Ежевского. – Иркутск, 2018. – С. 8-13.

17. Jing, L.I., Hongli, Y., Jinshui, Y. (2009). Bacteria and lignin degradation. Front. Biol. China, 4(1), 29–38.

18. Емцев, В. Т. Микробиология: учебник для академического бакалавриата / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. – 8-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 428 с.

УДК 378.14.015.62

О ПОСТРОЕНИИ СЕТЕВОЙ МАГИСТЕРСКОЙ ПРОГРАММЫ В ОБЛАСТИ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Калинин И.С.¹, Шульга Н.А.¹, Петроченков А.Б.¹, Куцубина Н.В.²,
Овсянников М.В.³, Осиновских И.В.⁴

¹ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский
политехнический университет», г. Пермь

²ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический
университет», г. Екатеринбург

³ФГБОУ ВО Московский государственный технический университет им.
Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), г. Москва

⁴Группа предприятий «Пермская целлюлозно-бумажная компания», г. Пермь

Ключевые слова: программно-аппаратное моделирование, магистерская программа, образовательная траектория, компетентностная модель, профессиональная компетенция.

Аннотация. В статье рассматривается вопрос разработки сетевой магистерской программы в области программно-аппаратного моделирования. Предложена структура, график учебного процесса и компетентностная модель магистерской программы.

DEVELOPMENT OF THE NETWORK MASTER PROGRAM IN THE HARDWARE-IN-THE-LOOP SIMULATION

Kalinin I.S.¹, Shulga N.A.¹, Petrochenkov A.B.¹, Kutsubina N.V.²,
Ovsyannikov M.V.³, Osinovskikh I.V.⁴

¹Perm National Research Polytechnic University, Perm

²Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg

³Bauman Moscow State Technical University, Moscow

⁴Perm Pulp And Paper Company group of enterprises, Perm

Key words: hardware-in-the-loop simulation, master program, learning pathway, competency model, professional competence.

Abstract. The article discusses the issue of developing of the network master program in the hardware-in-the-loop simulation. The structure, schedule of the educational process and competency model of the master's program are proposed.

Одним из компонентов трансформируемой промышленности в рамках перехода к так называемой четвертой промышленной революции (*Industry 4.0*) является «симуляция и моделирование» [1]. Этот компонент позволяет использовать возможности современного имитационного моделирования при появлении принципиально новых объектов и целей моделирования [2]. Как следствие, возникает задача подготовки специалистов в области программно-аппаратного моделирования, которую предлагается реализовать в рамках разрабатываемой магистерской программы.

Ключевыми целями разработки такой программы являются [3]:

- Обеспечение предприятий-партнёров профессиональным персоналом в области автоматизации, энергетики и управления производством.
- Развитие научно-исследовательской деятельности университета с учетом потребностей производства.
- Выполнение организационно-методических, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, направленных на повышение и углубление профессиональных знаний инженерно-технических, научно-педагогических работников, студентов университета.
- Консультационная деятельность в сфере автоматизации, информационных технологий, инновационного менеджмента и управления проектами.

Структурно разрабатываемую программу магистратуры можно разбить на нескольких частей (рисунок 1):

- базовая часть;
- вариативная обязательная часть;
- вариативная часть по выбору студента;
- практическая часть;
- государственная итоговая аттестация.

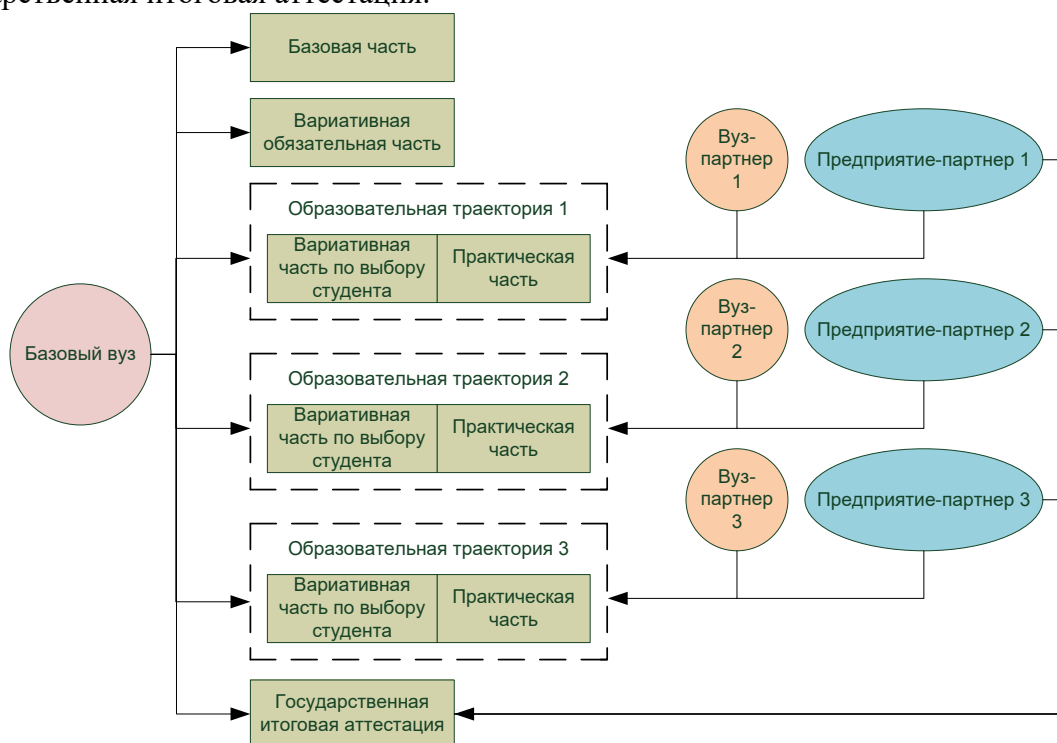


Рисунок 1 – Органиграмма процесса реализации образовательной программы

Базовая часть предназначена для формирования универсальных, и общепрофессиональных компетенций образовательной программы. В рамках базовой части реализуются фундаментальные дисциплины, общие для всех образовательных программ направления 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств».

В вариативной обязательной части предполагается формировать рекомендуемые профессиональные компетенции в области программно-аппаратного моделирования (*hardware-in-the-loop simulation*) автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) [4].

Одним из основных инструментов создания образовательной траектории студента является реализация вариативной части по выбору студента, в рамках которой углубляются и дополняются профессиональные компетенции в соответствии со спецификой предприятий-партнеров соответствующей отрасли. На этом этапе в образовательный процесс для проведения занятий привлекаются специалисты университетов-партнеров и предприятий-партнеров.

Практическая часть магистерской программы представлена как распределенными так и сконцентрированными в семестре практиками. В рамках практической части предусмотрены как научно-исследовательские семинары, так и сконцентрированные в семестре стажировки в университетах-партнерах и предприятиях-партнерах.

В рамках итоговой государственной аттестации происходит контроль сформированности компетенций, реализуемый всеми заинтересованными в реализации магистерской программы сторонами. На этом этапе специалисты предприятий-партнеров наравне со специалистами базового вуза не только включаются в состав государственной экзаменационной комиссии, но и ежегодно участвуют в обновлении оценочных средств итоговой аттестации.

График учебного процесса предлагаемой программы магистратуры состоит из четырех семестров обучения (рисунок 2). В первых трех семестрах предполагается проведение аудиторных занятий и распределенная в семестре практика. Кроме того, во втором семестре присутствует производственная практика на предприятии. В четвертом семестре предусмотрены аудиторные занятия, преддипломная практика на предприятии-партнере и государственная итоговая аттестация.

	1 семестр	2 семестр		
1 год обучения	Аудиторные занятия и научно-исследовательские семинары	Ст	Аудиторные занятия и научно-исследовательские семинары	Пр
2 год обучения	Аудиторные занятия и научно-исследовательские семинары	Аудиторные занятия	Пр	ГИА
	3 семестр	4 семестр		

Рисунок 2 – График учебного процесса образовательной программы

Для реализации образовательных траекторий во второй семестр добавлен модуль стажировки длительностью в четыре недели. В рамках этого модуля студенты проходят стажировку в вузах-партнерах или на предприятиях-партнерах, дающую возможность изучить постановочные задачи и специфику автоматизации технологических процессов и стендовых испытаний отрасли, соответствующей выбранной траектории обучения.

Содержание магистерской программы определяется компетентностной моделью выпускника, формируемой в соответствии с самостоятельно устанавливаемым образовательным стандартом ПНИПУ (СУОС) по направлению 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств». СУОС определяет перечень и индикаторы достижения как обязательных универсальных и общепрофессиональных компетенций в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) [5], так и рекомендуемых компетенций, формирующих специфику каждой магистерской программы, реализуемой вузом в рамках указанного направления. Перечень универсальных и общепрофессиональных компетенций определен ФГОС ВО и приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень универсальных и общепрофессиональных компетенций образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции выпускника образовательной программы
1	2
<i>Универсальные компетенции</i>	
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
Командная работа и лидерство	УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
Коммуникация	УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)
Межкультурное взаимодействие	УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровье сбережение)	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
<i>Общепрофессиональные компетенции</i>	
По области образования «Инженерное дело, технологии и технические науки»	ОПК-1. Формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки.
	ОПК-2. Осуществлять экспертизу технической документации.
	ОПК-3. Организовывать работу коллективов исполнителей, принимать исполнительские решения в условиях спектра мнений, определять порядок выполнения работ, организовывать в подразделении работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий, и их элементов, по разработке проектов стандартов и сертификатов, обеспечивать адаптацию современных версий систем управления качеством к конкретным условиям производства на основе международных стандартов.
	ОПК-4. Разрабатывать методические и нормативные документы, предложения и проводить мероприятия по реализации разработанных проектов и программ.
	ОПК-5. Выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов.
	ОПК-6. Использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности
по УГСН 15.00.00 «Машиностроение»	ОПК-7. Проводить маркетинговые исследования и подготавливать бизнес-планы выпуска и реализации перспективных и конкурентоспособных изделий в области машиностроения.
	ОПК-8. Подготавливать отзывы и заключения на проекты стандартов, рационализаторские предложения и изобретения в области машиностроения.
	ОПК-9. Подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований в области машиностроения.
	ОПК-10. Организовывать работу по повышению научно-технических знаний работников.

1	2
по направлению подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств	ОПК-11. Применять методы стандартных испытаний по определению технологических показателей автоматизированного производственного оборудования
	ОПК-12. Применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы.

Такое большое количество общепрофессиональных компетенций обусловлено требованиями образовательного стандарта по направлению подготовки. Указанные общепрофессиональные компетенции предлагается реализовывать в рамках следующих базовых дисциплин (таблица 2):

Таблица 2 – Соотнесение базовых дисциплин и обязательных компетенций образовательной программы

Наименование дисциплины	Реализуемые компетенции
Философские проблемы науки и техники	УК-5, УК-6
Профессиональный иностранный язык	УК-4
Деловое сотрудничество и психология взаимодействия в коллективе	УК-3, УК-4
Проектирование систем автоматизации управления	УК-2, ОПК-2
Распределенные компьютерные информационно-управляющие системы	ОПК-4, ОПК-8
Интегрированные системы проектирования и управления автоматизированных и автоматических производств	ОПК-5, ОПК-11
Интеллектуальные системы и машинное обучение	ОПК-12
Производственная практика, междисциплинарный научно-исследовательский семинар	УК-1, ОПК-1, ОПК-6, ОПК-9
Организационно-экономическое проектирование инновационных процессов	УК-6, ОПК-3, ОПК-7, ОПК-10

Рекомендуемые компетенции в области разработки и испытании сложных встроенных систем реального времени с использованием программно-аппаратного моделирования представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень рекомендуемых профессиональных компетенций образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции выпускника образовательной программы
<i>Рекомендуемые профессиональные компетенции</i>	
1	2
Моделирование и анализ	ПК-3.1. Способность проводить математическое моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием современных технологий, использовать методы интеллектуального анализа данных
	ПК-3.2. Способность выбирать оптимальные решения при создании продукции, разработке автоматизированных технологий и производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики и испытаний, управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством, программного обеспечения, их внедрении и эффективной эксплуатации
Информационные технологии	ПК-3.3. Способность использовать современные средства и системы управления базами и банками данных с учетом требований информационной безопасности
	ПК-3.4. Способность участвовать в разработке единого информационного пространства на базе виртуальных предприятий и моделировать технологические процессы предприятий с использованием современных средств и систем автоматизации

1	2
Инновационная деятельность	ПК-3.5. Способность разрабатывать планы и программы инновационной деятельности на предприятии, в т.ч. при управлении программами импортозамещения и освоения новой продукции и технологий

Реализовывать рекомендуемые профессиональные компетенции планируется при изучении дисциплин вариативной части образовательной программы (таблица 4).

Таблица 4 – Соотнесение дисциплин вариативной части и рекомендуемых профессиональных компетенций образовательной программы

Наименование дисциплины	Реализуемые компетенции
Профессионально-ориентированный перевод	ПК-3.5, УК-4
Математическое моделирование и планирование эксперимента	ПК-3.1, ПК-3.2
Хранение и защита компьютерной информации	ПК-3.3, ОПК-6
Современные системы управления базами и банками данных	ПК-3.3, ОПК-6
Проектирование единого информационного пространства виртуальных предприятий	ПК-3.4
Статистические методы интеллектуального анализа данных	ПК-3.1
Современные проблемы науки и производства	ПК-3.5
Интегрированная логистическая поддержка продукции на этапах жизненного цикла	ПК-3.2

Можно выделить следующие механизмы партнерского взаимодействия университетов и предприятий:

1) формирование партнерских отношений предприятий и университетов в области привлечения персонала:

- информирование студентов о предприятиях;
- практика на базе предприятий;
- предоставление предприятиям информации о студентах;

2) формирование партнерских отношений в области развития научно-исследовательской деятельности университетов:

- предоставление информации о технических задачах, решаемых предприятием
- создание лабораторий (материально-техническое оснащение, постановка исследовательских задач, предоставление возможностей внедрения разработок);
- предоставление тем для курсовых и дипломных проектов, для кандидатских разработок;

3) формирование партнерских отношений предприятия и учебного заведения в области повышения квалификации персонала:

- корректировка учебных программ в соответствии с потребностью предприятия (в дальнейшем – разработка программ спецкурсов);
- обучение специалистов предприятия в университете;
- проведение научно-практических конференций.

Авторский коллектив имеет опыт межвузовской [6] и межотраслевой кооперации [4, 7], «закрепления» за ведущими специалистами предприятий-партнеров ряда дисциплин с ключевыми компетенциями.

Таким образом, разработанная магистерская программа позволит готовить специалистов в области программно-аппаратного моделирования, обладающих высокой практической ориентированностью и специализированными компетенциями, сформированными под конкретный технологический процесс.

К ожидаемым эффектам для всех участников образовательного процесса также можно отнести [3, 6]:

1. Подготовка высококвалифицированных кадров для предприятия (для предприятия – выстраивание долгосрочных партнерских отношений с предприятием, для студента – выстраивание карьеры в успешном, инновационном и стабильно развивающемся предприятии).

2. Решение актуальных научно-исследовательских задач; адаптация, локализация проектных решений для региональных предприятий (в том числе в виде разработок типовых стандартов предприятий, отраслевых стандартов; подготовка к сертификации решений; подготовка и поддержка объектов интеллектуальной собственности; разработка учебных пособий, справочных руководств, электронных образовательных ресурсов).

3. Возможность использования технической, научно-исследовательской и методологической базы в образовательном и исследовательских процессах.

Список литературы

1. Schmitt, R., Heine, I., Jiang, R., Giedziella, F., Basse, F., Voet, H., Lu, S. On the future of ramp-up management // CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology. – 2018. – Vol.23. – pp. 217-225.

2. Бочкарев С.В., Петроченков А.Б., Схиртладзе А.Г. Управление качеством: учебное пособие. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2011. – 439 с.

3. Ляхомский А. В., Петроченков А. Б., Перфильева Е. Н. Концептуальное проектирование и направления инжиниринга повышения энергоэффективности предприятий // Электротехника. – 2015. – № 6. – С.4-7.

4. Даденков Д.А., Петроченков А.Б. Опыт создания лабораторно-тренажерного комплекса для подготовки специалистов в области автоматизированных систем управления технологическими процессами // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2009. – № 5 (87). – С.251-255.

5. Проект Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств [Электронный ресурс] / URL: <http://fgosvo.ru/fgosvo/144/141/18/42> (дата обращения: 12.04.2019)

6. Lyakhomskii A., Perfilieva E., Petrochenkov A., Bochkarev S. Conceptual design and engineering strategies to increase energy efficiency at enterprises: Research, technologies and personnel // IEEE Conference Publications. Proceedings of 2015 IV Forum Strategic Partnership of Universities and Enterprises of Hi-Tech Branches (Science. Education. Innovations). – 2015. – pp.44–47. DOI: 10.1109/IVForum.2015.7388249.

7. Овсянников М.В., Столяров К.И., Буханов С.А., Петроченков А.Б., Бочкарев С.В. Система контроля и диагностики бумагоделательной машины // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2015. – № 9. – т. 13. – С.56-63.

УДК 628.3

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА ОТ ЛИГНИН- И СЕРОСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ

Михайлова А.М.¹, Глушанкова И.С.¹

¹ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь

Ключевые слова: целлюлозно-бумажная промышленность, сточная вода, серосодержащие соединения, оптимальная доза реагента.

Аннотация. В статье представлены результаты исследований реагентной очистки сточных вод целлюлозно-бумажного производства. Исследовано влияние перекиси водорода, сульфата железа (II) и хлорида железа (III) на очистку сточных вод, определены оптимальные условия проведения процесса очистки. На основании экспериментальных данных установлено, что наиболее эффективно очистка сточных вод от лигносульфонатов, протекает